

**Яровенко Ганна Миколаївна,**

*кандидат економічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики,  
Сумський державний університет,  
a.yarovenko@uabs.sumdu.edu.ua*

**Доценко Тетяна Віталіївна,**

*аспірант кафедри економічної кібернетики,  
Сумський державний університет,  
Керуючий ТБВВ№10018/0172 Філії – Сумського обласного управління АТ«Ощадбанк»,  
t.dotsenko@uabs.sumdu.edu.ua*

**Кушнерьов Олександр Сергійович**

*аспірант кафедри економічної кібернетики, викладач кафедри економічна кібернетика,  
Сумський державний університет,  
o.kushnerov@uabs.sumdu.edu.ua*

## **ФОРМУВАННЯ ІНТЕГРАЛЬНОГО ІНДЕКСУ ЗАГРОЗИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ**

*У статті розглянуто формування інтегрального індексу загрози національної економіки. Метою дослідження є формування методологічних засад визначення індексу загрози національної економіки*

*Визначено, що наразі відсутній досконалий дієвий та якісний підхід до методик визначення загрози економіці країни, що викликає гостру необхідність розробки ефективної методології забезпечення національної економічної безпеки країни.*

*Для здійснення оцінки індексу загрози національної економіки побудовано структурно-логічну математичну модель, що включає послідовність етапів дослідження. По-перше, створено інформаційну базу вхідних предикторів за досліджуваний період часу, таких як дефіцит державного бюджету, обсяг загального боргу, частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків, міжнародні резерви країни в місяцях імпорту, рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, контроль корупції, політична стабільність та відсутність насильства / тероризму, верховенство права, рівень інфляції, рівень безробіття, індекс GINI, рівень тіньової економіки. Приведено показники вхідної інформаційної бази дослідження до співставного вигляду шляхом проведення нелінійної нормалізації. Наступний етапом відібрано релевантні показники оцінювання індексу загрози національної економіки на базі комбінації методів Парето та діаграми розсіювання; розглянуто теоретичні аспекти застосування зазначених методів до фільтрації релевантних предикторів вхідної інформаційної бази дослідження. Заключним етапом проведено оцінювання інтегрального індексу загрози національної економіки за допомогою функції Кернела та мультиплікативної форми згортки. Здійснено візуалізацію як загальної тенденції поведінки інтегрального індексу загрози в часі, так і варіації в межах від мінімально та максимально можливих рівнів.*

*Практичне застосування запропонованої методології дозволить своєчасно та оперативно забезпечувати підтримку необхідних організаційних, інституційних, нормативно-правових умов, що передбачають спроможність системи національної економіки до протистояння зовнішніх та внутрішніх загроз та навантажень, подальшої якісної адаптації до проблем та дестабілізуючих факторів, швидкому відновленню після впливу негативних чинників.*

**Ключові слова:** *національна економіка, економічна безпека, оцінювання ризику, індекс загрози, діаграма Парето, діаграма розсіювання, функція Кернела.*

## **ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

В останні 35-40 років на макроекономічному рівні спостерігається активне вивчення та розвиток питань економічної небезпеки, що супроводжується безперервними змінами сутності, понять та методик забезпечення відповідних показників безпеки економіки. Основні матеріали цих досліджень в більшій частині ґрунтуються на розрахунку загального рівня економічної безпеки країн та відповідного ранжування держав згідно визначеного рівня. Паралельно з цим формуються основні відмінності таких досліджень, що полягають у різних наборах факторів та чинників, що впливають на рівень безпеки кожної країни, визначення сили впливу та розміру вагомості таких факторів загрози національним економікам держав.

Відомі сучасні методики визначення рівня загрози економіки країн світу, наразі враховують основні тенденції функціонування та розвитку світової економічної

системи, сучасних інформаційних технологій, останні досягнення в напрямку економічної теорії. У сучасних умовах розвитку кожна окремо взята держава піддається впливу всіх цих процесів, що визначають тенденції сьогодення, визначаючи, диверсифікуючи та ускладнюючи проблеми економічної небезпеки. Так, аналіз існуючих методик оцінки загрози національної економіки вказує на відсутність в економічній літературі досконалого дієвого та якісного підходу до методик визначення загроз економіці країни, що викликає гостру необхідність розробки ефективної методології забезпечення національної економічної безпеки країни.

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Як у вітчизняній, так і у закордонній літературі наразі не вироблено єдиного підходу до понятійного апарату економічної безпеки.

Загальнотеоретичні питання загрози національній економіці описані у працях таких науковців, як: Акімова Л.М., Петрушевська В.В., Мамалуй О.О., Третяк В.В., Комеліна О.В., Онищенко С. В., Матковський А. В. та інші [7, 13, 12, 15, 10]. В загальному розумінні під загрозою національній економічній безпеці вони описують пряму або непряму можливість нанесення певної шкоди гідній якості та рівню життя громадян країни, правам, свободам, сталому розвитку, безпеці держави. Серед основних джерел загроз економісти виділяють кризи світової, а також регіональних фінансових та банківських систем, зростання конкуренції під час боротьби за життєво-необхідні ресурси, певні відставання в процесі розвитку передових сучасних технологій, що підвищують можливі стратегічні ризики в залежності від зміни зовнішніх та внутрішніх факторів.

Дослідження різних аспектів та особливостей становлення національної економічної безпеки України проведені у трактатах сучасних вчених: Бесчастного А.В., Гбур З.В., Варналій З. С., Буркальцева Д. Д., Наєнко О. С., Макаруч І.М. та ін.. [8, 9, 14, 11].

Поняття індекс загрози розкривають у своїх роботах такі вчені, як: Майкл А. Ригдон, Франц Р. Ептинг, Роберт А. Неймейер, Сет Р. Кригер, Пол Дж. Робінсон, Кіт Вуд, Сет Харді, Масаші Крит-Нішіхата, Катаріна Клімола, Адам Сенфт, Байрон Сонн та Грег Вісман, Філіпа Гілл, Рональд Дж. Дейберт, Оакліф Дж. Р., Кенеді С.М., Баруч-Мордо С., Вест П.С., Гербер Дж.С., Джарвіс Л, Кіесекер Дж., Мартинюк В.П. та ін.. [16, 17, 18, 19, 20]. Вони описують розвиток категорії індекс загрози, як комплексного показника впливу різних типів негативних факторів та чинників впливу на процеси та явища.

Для вивчення категорії індексу загрози національній економіці проведено аналіз наявної літератури шляхом побудови карти наукової бібліографії терміну «threatindex» (індекс загрози) за період останніх п'яти років, тобто 2016 - 2020 рр. у частині таких галузей як економіка, економетрика, фінанси та бізнес, управління та бухгалтерський облік за допомогою програми VOSViewerv.1.6.10. Відповідні результати аналізу зображено у вигляді графіку (рисунок 1). Формування карти наукової бібліографії зазначеного поняття базується на даних трактатів [0, 2, 3], знайдених, відібраних та побудованих у архіві зібрань Scopus.

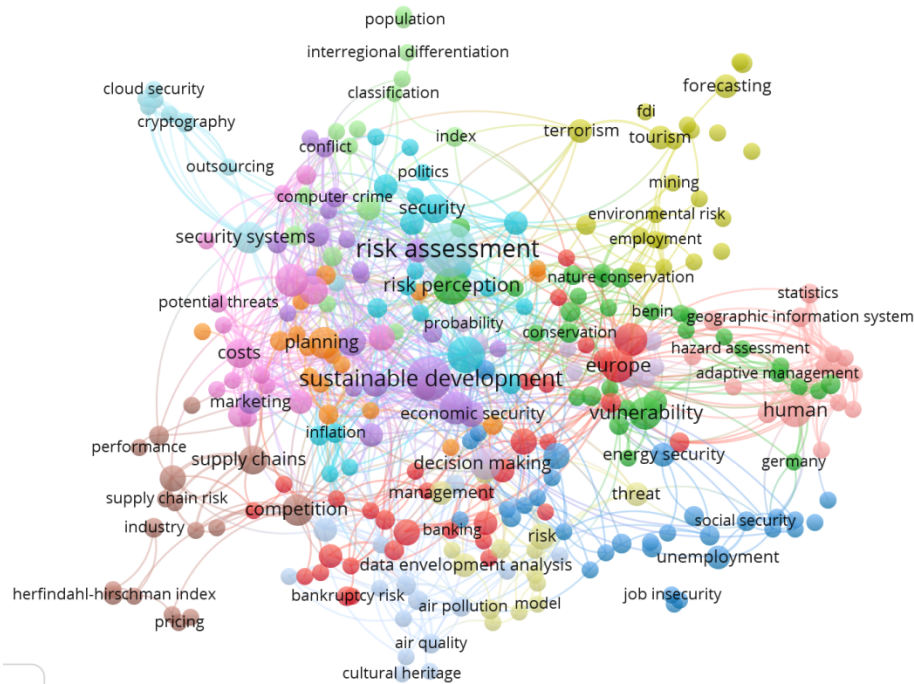


Рисунок 1 – Карта наукового бібліографічного поняття «threatindex» (індекс загрози) за період останніх п'яти, тобто 2016 - 2020 рр. за використанням програмного забезпечення VOSViewerv.1.6.10

Аналіз рисунку 1 надає можливість зробити висновки про те, що дослідження теми визначення індексу загрози національної економіки, наразі доволі актуальне та затребуване, а доказом цього є велика чисельність робіт вчених за напрямком цієї сфери. На карті зображено кластери видань, сформованих по ключовими словам, що також групуються з даними. Таким чином було виділено 14 певних кластерів, включаючи ключові слова, що різняться між собою відмінними кольорами. Особливо великими є кластери, що мають зв'язок з такими поняттями як оцінювання ризику, стабільний розвиток, економічна безпека, прийняття рішень, системи безпеки, банкрутство, інфляція, безробіття тощо.

#### ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою дослідження є формування методологічних засад визначення індексу загрози національної економіки.

#### ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

З метою здійснення оцінки індексу загрози національної економіки пропонується побудувати структурно-логічну математичну модель, що включає відповідну послідовність певних етапів дослідження.

Етап 1. Створення інформаційної бази вхідних предикторів за період з 2008 по 2019 рр. у динаміці, а саме: Дефіцит державного бюджету, % до ВВП; Обсяг загального боргу, % до ВВП; Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків; Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту; Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, %; Контроль корупції; Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму; Верховенство права; Рівень інфляції, %; Рівень безробіття, %; Індекс GINI; Рівень тіньової економіки, % ВВП; таблиця 1, А.1)

Таблиця 1 – Макет таблиці відображення динаміки показників оцінювання індексу загрози національної економіки

Індикатор	Порогове значення	Рік				
		1	...	t	...	T
Дефіцит державного бюджету, % до ВВП	не більше 3-4					
Обсяг загального боргу, % до ВВП	не більше 60					
Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків	не більше 30					
Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту	не менше 3					
Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, %	не більше 10					
Контроль корупції						
Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму						
Верховенство права						
Рівень інфляції, %	не більше 7					
Рівень безробіття, %	не більше 7,6					
Індекс GINI						
Рівень тіньової економіки, % ВВП						

2 етап. Приведення показників вхідної інформаційної бази дослідження до співставного вигляду шляхом проведення нелінійної нормалізації за наступною формулою:

$$I_{ij} = \left( 1 + e^{\frac{\bar{x}_j - x_{ij}}{\sigma(x_j)}} \right)^{-1} \quad (1)$$

де  $I_{ij}$  – нормалізоване значення j-го показника характеристики загрози національної економіки за i-ий рік;

$\bar{x}_j$  – середнє значення j-го показника характеристики загрози національної економіки за досліджуваний часовий діапазон;

$x_{ij}$  – фактичне значення j-го показника характеристики загрози національної економіки за i-ий рік;

$\sigma(x_j)$  – середнє квадратичне відхилення j-го показника характеристики загрози національної економіки за досліджуваний часовий діапазон.

Розрахунки нормалізованих значень показників вхідної інформаційної бази дослідження на основі застосування формули (1) представимо в таблиці 2.

Таблиця 2 – Нормалізовані значення показників характеристики індексу загрози національної економіки

Показник	Рік					
	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Дефіцит державного бюджету, % до ВВП	0,28	0,66	0,88	0,32	0,62	0,72
Обсяг загального боргу, % до ВВП	0,16	0,28	0,35	0,31	0,31	0,35
Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків	0,48	0,45	0,62	0,67	0,58	0,38
Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту	0,91	0,64	0,74	0,50	0,37	0,29
Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, %	0,50	0,64	0,30	0,44	0,69	0,11
Контроль корупції	0,74	0,33	0,35	0,31	0,26	0,18

Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму	0,63	0,57	0,63	0,61	0,61	0,48
Верховенство права	0,86	0,53	0,28	0,24	0,40	0,30
Рівень інфляції, %	0,71	0,54	0,41	0,39	0,26	0,25
Рівень безробіття, %	0,11	0,60	0,42	0,36	0,29	0,22
Індекс GINI	0,84	0,51	0,35	0,30	0,33	0,30
Рівень тіньової економіки, % ВВП	0,41	0,71	0,66	0,41	0,41	0,54

*Продовження таблиці 2*

Показник	Рік					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Дефіцит державного бюджету, % до ВВП	0,75	0,29	0,40	0,27	0,34	0,35
Обсяг загального боргу, % до ВВП	0,69	0,78	0,79	0,71	0,59	0,67
Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків	0,33	0,71	0,89	0,45	0,20	0,19
Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту	0,15	0,42	0,52	0,50	0,46	0,42
Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, %	0,70	0,70	0,78	0,66	0,30	0,28
Контроль корупції	0,42	0,45	0,78	0,82	0,67	0,67
Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму	0,27	0,28	0,29	0,29	0,30	0,92
Верховенство права	0,36	0,26	0,49	0,76	0,73	0,72
Рівень інфляції, %	0,46	0,94	0,50	0,51	0,44	0,39
Рівень безробіття, %	0,70	0,67	0,72	0,75	0,59	0,66
Індекс GINI	0,17	0,57	0,41	0,72	0,74	0,73
Рівень тіньової економіки, % ВВП	0,87	0,76	0,48	0,30	0,21	0,19

3 етап. Відбір релевантних показників оцінювання індексу загрози національної економіки на базі комбінації методів Парето та діаграми розсіювання. Переходячи до реалізації даного етапу побудови структурно-логічної математичної моделі оцінювання індексу загрози національної економіки, розглянемо теоретичні аспекти застосування зазначених методів до фільтрації релевантних предикторів вхідної інформаційної бази дослідження. Так, діаграма Парето використовується для відображення відносної важливості всіх можливих проблемних аспектів з метою знаходження початкової точки для подальшого спостереження за результатами, пошуку головної причини проблеми, результативного розв'язання питання.

Досить цікавими є історичне становлення та застосування діаграми Парето. Так, італійським вченим Парето В. у 1897 р. сформульовано закон розподілення доходів, що передбачає нерівномірний розподіл усіх наявних благ. Американським науковцем Лоренцом М. зображено таку теорію у вигляді діаграми. Економіст Джуран Д. вивчав особливості якості, та використав діаграму з метою класифікації певних проблем

якості, а саме: небагаточисленні, але є суттєво важливими, та багаточисленні, але не суттєво важливі. Він назвав свій метод аналіз Паретто.

Отже, передбачається, що зосередження уваги на найбільш важливих проблемах сильніше впливає на отримання бажаних результатів. Відомим є правило з назвою 20/80, що означає: зосередження 20% зусиль на найважливіших питаннях призводить до можливості отримати 80% результатів. А решта 80% зусиль дозволяють отримати тільки решту 20% від усіх результатів.

Слід зазначити, що діаграма Парето виступає особливим типом вертикального стовпчикового графіка, що дозволяє знайти порядок вирішення виникаючих проблем. В цьому випадку є можливість досягти значно більших результатів, опрацюючи найвищий стовпчик, а не розподіляючи увагу ще й на менші стовпчики.

Побудова діаграми Парето передбачає використання наступної методики: спочатку здійснити відбір проблемних питань, що необхідно між собою порівняти та розмістити за ступенями важливості; визначити певний єдиний стандартний масштаб для можливості здійснити порівняння одиниць виміру; визначити період часу для дослідження; зібрати всі необхідні дані; визначити та порівняти частоти появи відповідних категорій; перерахувати категорії проблем на горизонтальній осі графіка зліва направо в порядку спадання ознаки критерію; відмітити на вертикальній осі графіку зазначеного масштабу від 0% до 100%, за якого 100% включає загальна сумарна частота виникнення всіх можливих категорій проблем.

Таким чином, переходячи до побудови діаграми Парето з метою вибору релевантних предикторів оцінювання індексу загрози національної економіки проведемо ряд проміжних кроків, а саме: 1) діапазон можливих нормалізованих значень вхідних предикторів розіб'ємо на 10 рівномірних інтервалів (від 0 до 0,1; від 0,1 до 0,2; від 0,2 до 0,3; від 0,3 до 0,4; від 0,4 до 0,5; від 0,5 до 0,6; від 0,6 до 0,7; від 0,7 до 0,8; від 0,8 до 0,9; від 0,9 до 1,0); 2) обчислимо кількість випадків протягом досліджуваного часового діапазону попадання нормалізованих значень предикторів характеристики рівня загрози національної економіки визначеним інтервальним межах (таблиця 1); 3) обчислимо частоти використання предикторів (графа «Сума всього» таблиці 3); 4) визначимо частоти попадання нормалізованих значень предикторів у кожен з визначених на першому кроці інтервалів, результати представимо у рядку «Сума» таблиці 3. На основі аналізу розрахованих на даному кроці частот визначимо 20% інтервалів, якими можна знехтувати при визначенні пріоритетності вхідних предикторів – тобто інтервали від 0 до 0,1 та від 0,1 до 0,2, оскільки саме не них припадає найменша кількість частот; 5) обчислимо 80% значущих частот використання предикторів (графа «Сума 80%» таблиці 3). Так, на основі результатів проведення даного кроку визначимо, що найменші значення частот за сумою 80%, тобто значення в розмірі 30 одиниць, мають 2 предиктори: Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, % та Рівень тіньової економіки, % ВВП. Саме ці два предиктори пропонується вилучити з подальших розрахунків індексу загрози національної економіки.

*Таблиця 3 – Частота попадання нормалізованих значень показників предикторів характеристики рівня загрози національної економіки інтервальним межах від 0 до 1*

Показник\Інтервал можливих значень	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	Сума всього	Сума 80%
Дефіцит державного бюджету, % до ВВП	0	0	3	2	4	2	6	4	7	4	32	32
Обсяг загального боргу, % до ВВП	0	1	1	5	1	6	2	9	2	9	36	35
Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків	0	0	1	2	4	3	6	4	7	4	31	31

Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту	0	1	1	2	5	3	6	4	6	5	33	32
Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, %	0	1	2	1	3	2	8	3	8	3	31	30
Контроль корупції	0	1	1	4	3	4	4	6	5	6	34	33
Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму	0	0	5	0	6	1	10	1	10	1	34	34
Верховенство права	0	0	4	1	6	2	6	4	7	4	34	34
Рівень інфляції, %	0	0	2	1	5	4	5	5	5	6	33	33
Рівень безробіття, %	0	1	2	2	3	3	5	6	5	6	33	32
Індекс GINI	0	1	2	3	3	5	3	7	4	7	35	34
Рівень тіньової економіки, % ВВП	0	0	1	1	5	2	6	4	7	4	30	30
Сума	0	6	25	24	48	37	67	57	73	59		

На основі даних таблиці 3 (графи «Сума всього» та «Сума 80%») побудуємо діаграму Парето (рисунок 1), яка візуально дозволяє визначити 80% релевантних і 20% нерелевантних предикторів вхідної бази дослідження. Для побудови даної діаграми обчислимо відносний показник структури в розрізі зазначених граф таблиці 3. Діаграма Парето виступає підтвердженням доцільності видалення таких предикторів, як Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, % та Рівень тіньової економіки, % ВВП.

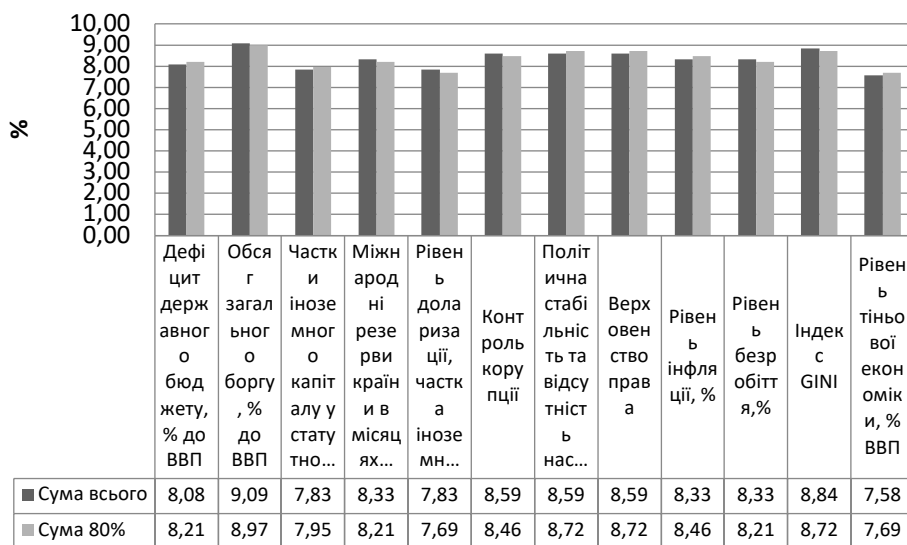


Рисунок 1 – Діаграма Парето вибору релевантних предикторів оцінювання індексу загрози національної економіки

В розрізі дослідження окресленої проблематики визначення релевантності предикторів окрема увага віддається діаграмі розсіювання (розкиду). Ця діаграма використовується для зображення тих процесів, що відбуваються з однією з

аналізованих змінних категорій, у випадку за якого інша змінна категорія також змінюється; проведення перевірки припущення щодо взаємозв'язку двох аналізованих змінних категорій, оцінювання величини сили такого взаємозв'язку. При цьому діаграма розкиду не дозволяє встановити причинно-наслідковий взаємозв'язок.

Так побудуємо діаграму розсіювання (рисунок 2), аналіз якої дозволяє підтвердити висновок про доцільність акцентування уваги при виборі релевантних предикторів саме інтервалів нормалізованих значень від 0,2 до 1.

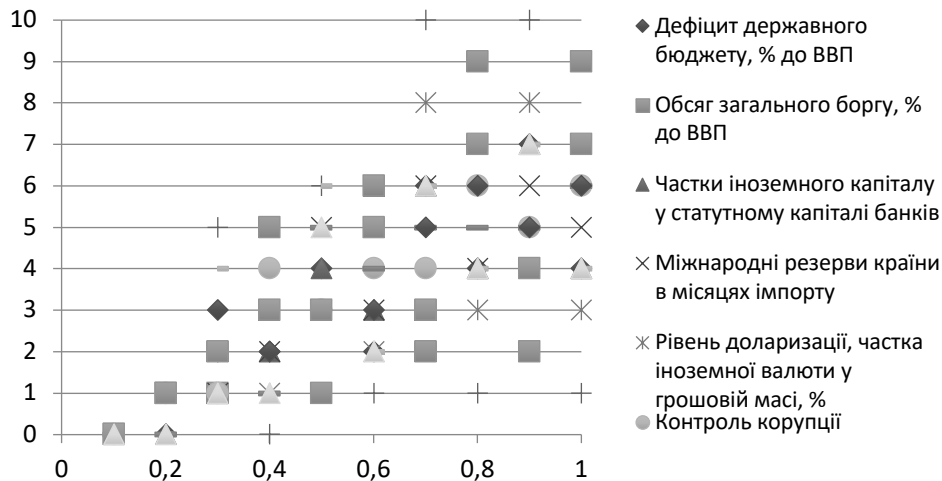


Рисунок 2 – Діаграма розсіювання вибору релевантних предикторів оцінювання індексу загрози національної економіки

4 етап. Оцінювання інтегрального індексу загрози національної економіки за допомогою функції Кернела та мультиплікативної форми згортки. Так, функція Кернела являє собою новий метод, що в своїй основі використовує концепцію регресії Кернела [5, 6]. Така концепція дозволяє ефективно моделювати періодичні явища та процеси, враховуючи та долаючи при цьому обмеження певних методів.

Функція Кернела застосовується при вимірюванні подібності між парами певних показників. При цьому метою такого дослідження є моделювання періодичних процесів та явищ у визначених часових рядах, тому функцію Кернела [4] можна представити у вигляді формули 2:

$$k(t_i, t_j) = \exp \left[ -\frac{2}{l^2} \sin \left( \pi \frac{t_i - t_j}{\rho} \right)^2 \right] \quad (2)$$

де  $t$  – показник часу;

$k(t_i, t_j) \in (0, 1)$  – вихідний результат функції Кернела. Він вимірює відповідну схожість двох часових показників  $t_i$  і  $t_j$ , у вигляді функції відстані, що є між ними, а також функції двох певних параметрів;

$\theta = \{p, \ell\}$  - період і довжина функції Кернела.

Переходячи до застосування функції Кернела в розрізі оцінювання складових індексу загрози національної економіки за предикторами, представимо пару показників - з одного боку, нормалізованого значення  $j$ -го показника характеристики загрози національної економіки за  $i$ -ий рік та, з іншого боку, середнього нормалізованого значення  $\bar{I}_j$  даного показника:



$$k(I_{ij}, \bar{I}_j) = \exp \left[ -\frac{2}{l^2} \sin \left( \pi \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\rho} \right)^2 \right] \quad (3)$$

$$\bar{I}_j = \frac{\sum_{i=1}^m I_{ij}}{m}$$

де  $k(I_{ij}, \bar{I}_j)$  – функція Кернела залежності від нормалізованого значення  $j$ -го показника характеристики загрози національної економіки за  $i$ -ий рік та середнього нормалізованого значення  $\bar{I}_j$ ;

$\bar{I}_j$  – середнє арифметичне значення  $j$ -го нормалізованого показника характеристики загрози національної економіки за досліджуваний проміжок часу;

$m$  – кількість показників характеристики загрози національної економіки;

$l, \rho$  – параметри функції Кернела.

Обчисливши значення функції Кернела в розрізі кожного відібраного на попередньому етапі предиктора індексу загрози національної економіки за кожен рік досліджуваного часового діапазону, виникає необхідність їх згортки до єдиного узагальнюючого індикатора за допомогою мультиплікативної форми згортки на основі методики середнього геометричного. В той же час, індекс загрози інтерпретується як індекс-дестимулятор національної економіки, саме тому для відображення даного негативного аспекту характеристики розрахункового індексу, виникає необхідність розгляду її величини як одиниці мінус середнє геометричне функцій Кернела кожного релевантного предиктора:

$$D_i = 1 - \sqrt[n-1]{\prod_{j=1}^n k(I_{ij}, \bar{I}_j)} \quad (4)$$

де  $D_i$  – інтегральний індекс загрози національної економіки за  $i$ -тий рік;

$n$  – кількість років досліджуваного часового діапазону;

$m$  – кількість показників характеристики загрози національної економіки;

Формула (4) з урахуванням умовних позначень набуває вигляду:

$$D_i = 1 - \sqrt[n-1]{\prod_{j=1}^n k(I_{ij}, \bar{I}_j)} = 1 - \sqrt[n-1]{\prod_{j=1}^n \exp \left[ -\frac{2}{l^2} \sin \left( \pi \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\rho} \right)^2 \right]} \quad (5)$$

Обираючи в якості параметрів функції Кернела  $l = 0,2, \rho = 5$ , результати розрахунків за формулою (5) та усі проведені проміжні обчислення систематизуємо в таблиці 4.

Таблиця 4 – Динаміка проміжних розрахунків та інтегрального індексу загрози національної економіки з 2008 по 2019 рр.

Показник	порогове значення	Рік					
		2008	2009	2010	2011	2012	2013
Дефіцит державного бюджету, % до ВВП	не більше 3-4	0,40	0,56	0,05	0,58	0,74	0,36
Обсяг загального боргу, % до ВВП	не більше 60	0,11	0,39	0,64	0,49	0,51	0,63
Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків	не більше 30	0,99	0,95	0,72	0,56	0,86	0,77
Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту	не менше 3	0,04	0,64	0,31	1,00	0,74	0,44

Контроль корупції		0,32	0,57	0,66	0,49	0,33	0,14
Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму		0,68	0,88	0,70	0,75	0,76	1,00
Верховенство права		0,08	0,97	0,42	0,27	0,85	0,47
Рівень інфляції, %	не більше 7	0,38	0,94	0,91	0,83	0,38	0,35
Рівень безробіття, %	не більше 7,6	0,05	0,84	0,86	0,66	0,40	0,20
Індекс GINI		0,10	1,00	0,67	0,46	0,56	0,46
Integralindex		0,81	0,26	0,51	0,42	0,42	0,58

*Продовження таблиці 4*

Показник	порогове значення	Рік					
		2014	2015	2016	2017	2018	2019
Дефіцит державного бюджету, % до ВВП	не більше 3-4	0,28	0,46	0,86	0,40	0,65	0,68
Обсяг загального боргу, % до ВВП	не більше 60	0,50	0,22	0,19	0,42	0,84	0,57
Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків	не більше 30	0,58	0,39	0,05	0,95	0,19	0,16
Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту	не менше 3	0,10	0,91	0,99	1,00	0,98	0,91
Контроль корупції		0,89	0,96	0,22	0,13	0,54	0,57
Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму		0,39	0,42	0,47	0,47	0,49	0,03
Верховенство права		0,71	0,34	1,00	0,25	0,33	0,37
Рівень інфляції, %	не більше 7	0,99	0,02	0,99	0,99	0,97	0,83
Рівень безробіття, %	не більше 7,6	0,49	0,59	0,43	0,32	0,87	0,65
Індекс GINI		0,12	0,90	0,87	0,39	0,31	0,35
Integralindex		0,5962	0,6287	0,556	0,5538	0,4557	0,619505

Розрахувавши значення інтегрального показника за формулою (8) як індикатора загрози національної економіки в динаміці з 2008 по 2019 рр., виникає необхідність візуалізації як загальної тенденції поведінки даного індексу в часі, так і варіації в межах від мінімально та максимально можливих рівнів. Для цього побудуємо рисунок 3.

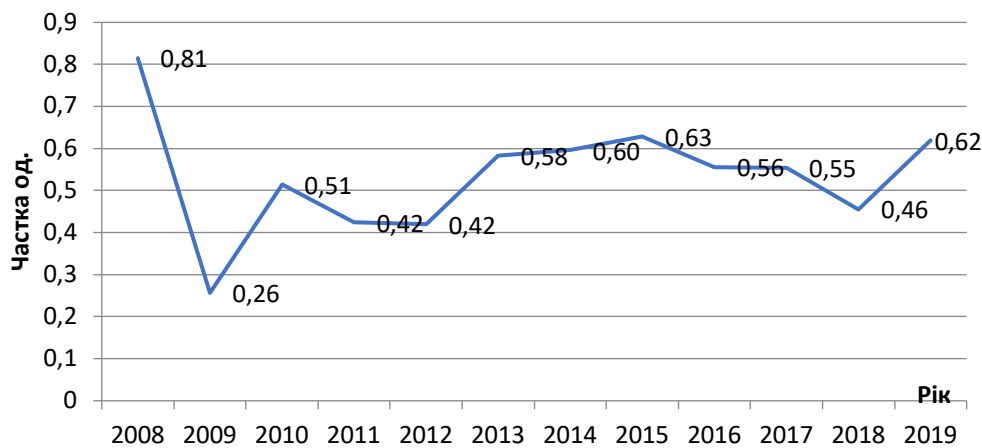


Рисунок 3– Динаміка індексу загрози національної економіки з 2008 по 2019 рр.

Аналіз рисунку 3 дозволяє стверджувати, що загальна тенденція індексу загрози національної економіки характеризується як зростаюча.

### ВИСНОВКИ З ПРОВЕДЕНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Усі країни в більшому чи меншому ступені прагнуть забезпечити довготривалі вигідні стратегічні переваги в напрямку економічних стабільності. А процеси, що відбуваються в глобальному світовому співтоваристві, гостро впливають на становлення та розвиток світового господарства, політичні та економічні відносини у суспільстві. Все це спричиняє формування нових загроз і ризиків для розвитку національної економіки та забезпечення безпечного функціонування держави. Забезпечення економічної безпеки передбачає, передусім, створення оптимального, ефективного механізму та методології формування національної економічної безпеки країни на основі побудови структурно-логічної математичної моделі, що включає відповідну послідовність певних етапів дослідження факторів та показників загроз національної економіки.

Так, формування, розрахунок, оцінка та аналіз узагальненого показника індексу загрози національної економіки, дозволить допомогти у вирішенні основних поставлених цілей ефективного, стабільного, а головне безпечного функціонування національної економіки, таких як: стабільне зростання обсягів національного виробництва; стабілізація рівня цін; забезпечення стабільно о високого рівня зайнятості населення; підтримка рівноваги у зовнішньоторговельному балансі. Запропонована методологія дозволить своєчасно та оперативно забезпечувати підтримку необхідних організаційних, інституційних, нормативно-правових умов, що передбачають спроможність системи національної економіки до протистояння зовнішніх та внутрішніх загроз та навантажень, подальшої якісної адаптації до проблем та дестабілізуючих факторів, і як результат швидкому відновленню після впливу негативних чинників.

**Робота виконана в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи № 0118U003574 «Кібербезпека в боротьбі з банківськими шахрайствами: захист споживачів фінансових послуг та зростання фінансово-економічної безпеки України».**

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Berglund, A., Guidolin, M., Pedio, M. (2020) Monetary policy after the crisis: A threatto hedge funds' alphas? Journal of Asset Management. 21(3), pp. 219-238.
2. Bukhtiarova, A., Semenog, A., Razinkova, M., Nebaba, N., Haber, J.A. (2020) Assessment of financial monitoring efficiency in the banking system of Ukraine. Banks and Bank Systems. 15(1), pp. 98-106.

3. Hkilchenko, N.V., Atamanova, E.A., Slavikovskaya, Y.O. (2020) Diagnostics of environmental and social threats to the territory's development. *Economy of Region*. 16(1), pp. 43-58
4. Duvenaud, D. (2014). *Automatic Model Construction With Gaussian Processes*. Ph.D. thesis, University of Cambridge.
5. Henderson, D. J., and Parmeter, C. F. (2015). *Applied Nonparametric Econometrics*. Cambridge University Press.
6. Luong Ha Nguyen, Ianis Gaudot, Shervin Khazaeli, James-A. Goulet (2019) A Kernel-Based Method for Modeling Non-harmonic Periodic Phenomena in Bayesian Dynamic Linear Models. *Frontiers in Built Environment*. 5. Available online: <https://doi.org/10.3389/fbuilt.2019.00008>. (accessed on 06 June 2020).
7. Акімова Л.М. Сутнісна характеристика основних загроз в економічній безпеці держави / Л.М. Акімова // Державне управління: удосконалення та розвиток: електронне наукове фахове видання. — 2016. — № 10.
8. Бесчастний А. В. Економічна безпека України у контексті світової економічної кризи. *Економіка і держава : наук. журн.* 2009. №15. С. 67-69.
9. Гбур З.В. Актуальні гібридні загрози економічній безпеці України / З.В. Гбур // Інвестиції: практика та досвід. — 2018. — № 7. — С. 97—99.
10. Комеліна О.В., Онищенко С. В., Матковський А. В. Економічна безпека держави: оцінювання та стратегічні орієнтири забезпечення : монографія. Полтава: ПолтНТУ, 2013. 202 с.
11. Макачук І.М. Оцінка сучасного стану та актуальні загрози економічній безпеці в Україні. *Економічний аналіз*. 2015. Т. 21. No. 1. С. 83-89
12. Мамалуй О. О. Про пріоритетні напрями забезпечення економічної безпеки держави. *Вісник Національної юридичної академії України імені Ярослава Мудрого : зб. наук. праць*. Харків : Вид-во НЮА України ім. Я. Мудрого, 2011. №4. С. 18-28.
13. Петрушевська, В. В. Економічна безпека держави: зміст і класифікація загроз. Ефективність державного управління : зб. наук. праць. Львів, 2012. Вип. 32. С.441-448.
14. Варналій З. С., Буркальцева Д. Д., Насенко О. С. Економічна безпека України: проблеми та пріоритети зміцнення: монографія. Київ, 2011. 299 с.
15. Третяк В.В. Економічна безпека : сутність та умови формування. *Економіка і держава : наук. журн.* 2010. №1. С. 6-8.
16. Michael A. Rigdon, Franz R. Epting, Robert A. Neimeyer & Seth R. Krieger (1979). The threat index: A research report, *Death Education*. 3, pp.245-270.
17. Paul J. Robinson, Keith Wood. (1985). The Threat Index: An Additive Approach. *Omega*. Vol. 15, issue 2, pp.. 139-144.
18. Seth Hardy, Masashi Crete-Nishihata, Katharine Kleemola, Adam Senft, Byron Sonne, and Greg Wiseman, Phillipa Gill, Ronald J. Deibert (2014). Targeted Threat Index: Characterizing and Quantifying Politically-Motivated Targeted Malware. *USENIX Security Symposium*. 23. Pp..527-541.
19. Oakleaf, J. R., C. M. Kennedy, S. Baruch-Mordo, P. C. West, J. S. Gerber, L. Jarvis, and J. Kiesecker. (2019). Development Threat Index. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Available online: <https://doi.org/10.7927/61jv-th84>. (Accessed 07 June 2020).
20. Мартинюк В. П. Оцінка стану національної економіки на основі інтегрального показника економічної безпеки держави / В. П. Мартинюк // *Економіка, менеджмент, підприємництво*. — 2013. — № 25 (1). — С. 179—188.

## REFERENCES

1. Berglund, A., Guidolin, M., Pedio, M. (2020) Monetary policy after the crisis: A threat to hedge funds' alphas? *Journal of Asset Management*. 21(3), pp. 219-238.
2. Bukhtiarova, A., Semenog, A., Razinkova, M., Nebaba, N., Haber, J.A. (2020) Assessment of financial monitoring efficiency in the banking system of Ukraine. *Banks and Bank Systems*. 15(1), pp. 98-106.
3. Hkilchenko, N.V., Atamanova, E.A., Slavikovskaya, Y.O. (2020) Diagnostics of environmental and social threats to the territory's development. *Economy of Region*. 16(1), pp. 43-58
4. Duvenaud, D. (2014). *Automatic Model Construction With Gaussian Processes*. Ph.D. thesis, University of Cambridge.
5. Henderson, D. J., and Parmeter, C. F. (2015). *Applied Nonparametric Econometrics*. Cambridge University Press.
6. Luong Ha Nguyen, Ianis Gaudot, Shervin Khazaeli, James-A. Goulet (2019) A Kernel-Based Method for Modeling Non-harmonic Periodic Phenomena in Bayesian Dynamic Linear Models. *Frontiers in Built Environment*. 5. Available online: <https://doi.org/10.3389/fbuilt.2019.00008>. (accessed on 06 June 2020).
7. Akimova, L.M. (2016). "Essential characteristics of the main threats to the economic security of the state", *Public administration: improvement and development: an electronic scientific specialized publication*. Vol. 10, available at: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1247> (Accessed 07 June 2020)
8. Beschastnyi, A. V. (2009). "Ukraine's economic security in the context of the global economic crisis". *Ekonomika i derzhava*. vol. 15, pp. 67-69.
9. Hbur, Z. (2018). "Actual hybrid threats to ukraine's economic security". *Investytsii: praktyka ta dosvid*. vol. 7, pp. 97—99.
10. Komelina, O. V. Onyshchenko, S. V. Matkovskyy, A. V. (2013). *Ekonomichna bezpeka derzhavy: otsinyuvannya ta stratehichni oriyentyry zabezpechennya* [Economic security of the state: assessment and strategic guidelines for providing], PoltNTU, Poltava, Ukraine.

11. Makarchuk, I. M. (2015). "Assessment of the current state and actual threats to economic security in Ukraine". *Ekonomichnyy analiz*, P. 21. No. 1. pp. 83-89
12. Mamalui, O. O. (2011). "On priority directions of ensuring economic security of the state". *Visnyk Natsionalnoi yurydychnoi akademii Ukrainy imeni Yaroslava Mudroho*. vol. 4, Vyd-vo NIuA Ukrainy im. Ya. Mudroho, Kharkiv, Ukraine. pp. 18-28.
13. Petrushevska, V. V. (2012). "Economic security of the state: the content and classification of threats". *Efektivnist derzhavnoho upravlinnia : zb. nauk. Prats*. Vol. 32, pp.441-448.
14. Varnalii, Z. S. Burkaltseva, D. D. and Naienko, O. S. (2011). *Ekonomichna bezpeka Ukrainy: problemy ta priority zmitsnennia* [Economic Security of Ukraine: Problems and Priorities for Strengthening], Kyiv, Ukraine. p. 299.
15. Tretiak, V.V. (2010). "Economic security: the essence and conditions of formation". *Ekonomika i derzhava*. vol. 1. pp. 6-8.
16. Michael A. Rigdon, Franz R. Epting, Robert A. Neimeyer & Seth R. Krieger (1979). The threat index: A research report, *Death Education*. 3, pp.245-270.
17. Paul J. Robinson, Keith Wood. (1985). The Threat Index: An Additive Approach. *Omega*. Vol. 15, issue 2, pp.. 139-144.
18. Seth Hardy, Masashi Crete-Nishihata, Katharine Kleemola, Adam Senft, Byron Sonne, and Greg Wiseman, Phillipa Gill, Ronald J. Deibert (2014). Targeted Threat Index: Characterizing and Quantifying Politically-Motivated Targeted Malware. *USENIX Security Symposium*. 23. Pp..527-541.
19. Oakleaf, J. R., C. M. Kennedy, S. Baruch-Mordo, P. C. West, J. S. Gerber, L. Jarvis, and J. Kiesecker.(2019). Development Threat Index. Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Available online: <https://doi.org/10.7927/61jv-th84>. (Accessed 07 June 2020).
20. Martyniuk, V. (2013). Assessment of the national economy based on the integral index of economic security. *Ekonomika, menedzhment, pidpriemnytstvo* (Economics, Management, Entrepreneurship), 25(1), 179-188.

## SUMMARY

**H. Yarovenko.**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of Economic Cybernetics, Sumy State University, a.yarovenko@uabs.sumdu.edu.ua

**T. Dotsenko**, graduate student of the Department of Economic Cybernetics, Sumy State University, manager, Territorially separated off-balance sheet office №10018 / 0172 Branch - Sumy Regional Department of Oschadbank JSC, t.dotsenko@uabs.sumdu.edu.ua

**O. Kushnerov**, graduate student of the Department of Economic Cybernetics, lecturer of the Department of Economic Cybernetics, Sumy State University, o.kushnerov@uabs.sumdu.edu.ua

### **Formation of the integrated threat index of the national economy.**

The article considers the formation of an integrated threat index of the national economy. The purpose of the study is to form a methodological basis for determining the threat index of the national economy

It is determined that currently there is no perfect effective and high-quality approach to the methods of identifying threats to the country's economy, which causes an urgent need to develop an effective national methodology for ensuring the national economic security of the country.

To assess the threat index of the national economy, a structural-logical mathematical model was built, which includes the appropriate sequence of certain stages of the study. First, an information base of input predictors for the period in the dynamics, such as the state budget deficit, total debt, the share of foreign capital in the authorized capital of banks, international reserves in the months of import, the level of dollarization, the share of foreign currency in the money supply, control corruption, political stability and absence of violence / terrorism, rule of law, inflation rate, unemployment rate, GINI index, shadow economy level. The following are the indicators of the input information base of the study to a comparable form by conducting nonlinear normalization. The next step is to select the relevant indicators for estimating the threat index of the national economy on the basis of a combination of Pareto methods and scatter plot; the theoretical aspects of application of the specified methods to filtering of relevant predictors of input information base of research are considered. The final stage was the assessment of the integrated threat index of the national economy using the Kernel function and the multiplicative form of convolution. The visualization of both the general trend of the behavior of the integral index of time threats and variations within the minimum and maximum possible levels is carried out.

The practical application of the proposed methodology will allow timely and prompt support of the necessary organizational, institutional, regulatory conditions that provide the ability of the national economy to withstand external and internal threats and burdens, further quality adaptation to problems and destabilizing factors, rapid recovery from adverse factors.

**Keywords:** national economy, economic security, risk assessment, threat index, Pareto diagram, Kernel function.

Таблиця А.1 –Динаміка показників

Індикатор	Рік											
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Дефіцит державного бюджету, % до ВВП	1,4255	3,9342	5,9930	1,7737	3,6155	4,3400	4,5390	1,5538	2,2979	1,4118	1,9050	1,9558
Обсяг загального боргу, % до ВВП	19,1165	33,5681	40,0523	36,3991	36,6998	39,9118	69,3694	79,0619	80,9020	71,7798	60,9336	67,7056
Частки іноземного капіталу у статутному капіталі банків	36,7000	35,8000	40,6000	41,9000	39,5000	34,0000	32,5000	43,3000	51,2000	35,8000	28,1829	27,5144
Міжнародні резерви країни в місяцях імпорту	6,7000	4,4000	5,0000	3,6000	2,9000	2,4000	1,3000	3,2000	3,7000	3,6000	3,4000	3,1967
Рівень доларизації, частка іноземної валюти у грошовій масі, %	30,7300	31,7000	29,1900	30,3000	32,1000	27,1000	32,2000	32,2000	32,9000	31,9000	29,2000	29,0647
Контроль корупції	-0,8385	-1,0394	-1,0271	-1,0500	-1,0774	-1,1315	-0,9942	-0,9799	-0,8141	-0,7839	-0,8737	-0,8770
Політична стабільність та відсутність насильства / тероризму	0,0424	-0,3019	0,0131	-0,0704	-0,0923	-0,7773	-2,0208	-1,9618	-1,8565	-1,8702	-1,8262	2,5710
Верховенство права	-0,6813	-0,7588	-0,8076	-0,8188	-0,7829	-0,8045	-0,7910	-0,8136	-0,7663	-0,7114	-0,7178	-0,7212
Рівень інфляції, %	25,2265	15,8812	9,3729	7,9557	0,5687	-0,2389	12,0719	48,6999	13,9127	14,4383	10,9519	7,8867
Рівень безробіття,%	6,3629	8,8400	8,1000	7,8514	7,5288	7,1700	9,2700	9,1400	9,3500	9,5100	8,7994	9,0626
Індекс GINI	26,6000	25,3000	24,8000	24,6000	24,7000	24,6000	24,0000	25,5000	25,0000	26,0000	26,1000	26,0550
Рівень тіньової економіки, % ВВП	34,0000	39,0000	38,0000	34,0000	34,0000	36,0000	43,0000	40,0000	35,0000	32,0000	30,0000	29,6606